

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2001143753
PUBLICATION DATE : 25-05-01

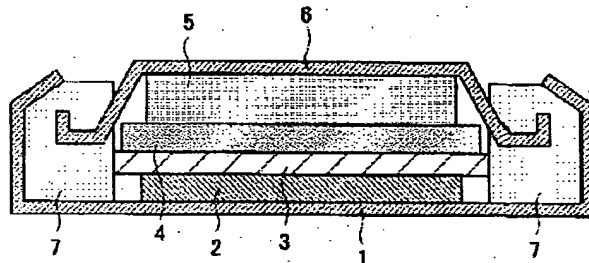
APPLICATION DATE : 10-11-99
APPLICATION NUMBER : 11320134

APPLICANT : FURUKAWA ELECTRIC CO LTD:THE;

INVENTOR : HATAYA KOJI;

INT.CL. : H01M 10/40

TITLE : LITHIUM ION SECONDARY CELL



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a lithium ion secondary cell that can obtain an inexpensive and good cell property even heated in a manufacturing process or mixed with a very small amount of moisture.

SOLUTION: In a lithium ion secondary cell including a carbon material for occluding a lithium ion into a negative electrode and using a non-aqueous system electrolyte or a solid type of electrolyte, in the non-aqueous system electrolyte or the solid electrolyte is included in the mixed salt of LiClO_4 and LiBF_4 (however, the mole ratio of the LiClO_4 is 0.98-0.70).

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-143753

(P2001-143753A)

(43) 公開日 平成13年5月25日 (2001.5.25)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

ターム(参考)

H 0 1 M 10/40

H 0 1 M 10/40

B 5 H 0 2 9

A

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願平11-320134

(22) 出願日

平成11年11月10日 (1999. 11. 10)

(71) 出願人 000005290

古河電気工業株式会社

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号

(72) 発明者 幡谷 耕二

東京都千代田区丸の内2丁目6番1号 古

河電気工業株式会社内

Fターム(参考) 5H029 AJ05 AJ14 AK02 AK03 AK05

AK16 AL06 AL07 AM02 AM03

AM04 AM05 AM07 AM16 BJ03

BJ12 DJ09 DJ16 EJ07 EJ12

HJ02

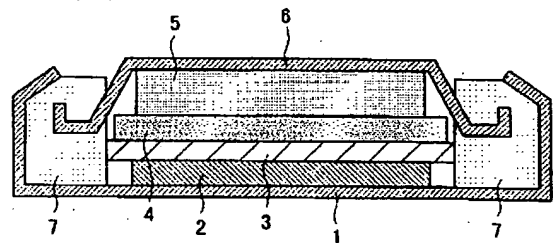
(54) 【発明の名称】 リチウムイオン二次電池

(57) 【要約】

【課題】 安価であり、かつ製造過程で加熱されても、或いは仮に微量の水分が混入しても良好な電池特性が得られるリチウムイオン二次電池の提供を目的とする。

【解決手段】 負極にリチウムイオンの吸蔵放出が可能な炭素材料が含まれ、非水系電解液または固体状電解質が使用されるリチウムイオン二次電池において、前記非水系電解液または固体状電解質に、 LiClO_4 と LiBF_4 の混合塩（但し、前記 LiClO_4 のモル分率が 0.98～0.70）が含まれているリチウムイオン二次電池。

【効果】 実用性に優れる電池特性（放電容量維持率等）が保持される。前記混合塩は従来の LiPF_6 に較べて安価なため電池コストが低減される。前記混合塩は熱や水分に対し安定なため製造過程で加熱され或いは微量ながら水分が混入する可能性の高い固体状電解質を使用した電池にも適用できる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 負極にリチウムイオンの吸蔵放出が可能な炭素材料が含まれ、非水系電解液または固体状電解質が使用されるリチウムイオン二次電池において、前記非水系電解液または固体状電解質に、過塩素酸リチウムと四フッ化ほう酸リチウムの混合塩（但し、前記過塩素酸リチウムのモル分率が0.98～0.70）が含まれていることを特徴とするリチウムイオン二次電池。

【請求項2】 固体状電解質が、ポリアクリロニトリル系ゲル状電解質であることを特徴とする請求項1記載のリチウムイオン二次電池。

【請求項3】 前記混合塩における過塩素酸リチウムのモル分率が0.95～0.80であることを特徴とする請求項1または2記載のリチウムイオン二次電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、安価であり、かつ製造過程で加熱されても、或いは仮に微量の水分が混入しても良好な電池特性が得られるリチウムイオン二次電池に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、ポータブル電話機、ビデオカメラ、ノート型パソコン等の小型化および携帯化、或いは電気自動車の実用化に向けて、より高いエネルギー密度の電池が要望されており、この要望に応えるものとして、現在既に上市されている、非水系電解液を用いた出力3V以上のリチウムイオン二次電池が挙げられている。

【0003】リチウムイオン二次電池は、例えば、図1に示すように、電池缶1内の中央部分に、正極2、セパレーター3、負極4、厚さ調整用ステンレス板5がこの順に重ねられ、その上に上蓋6が被せられ、前記電池缶1内に非水系電解液が注入され、電池缶1と上蓋6の間隙にポリマー製の絶縁封口ガasket7が配されて内部が密閉されたものである。この他、正極と負極をセパレーターを介して対向配置し、これを形状が崩れないように何層にもしっかりと巻取り、この巻取体を金属製電池缶に挿入し、次いで非水系電解液を注入し、最後に、蓋を機械的カシメまたはレーザー溶接により取付けた構造のものもある。

【0004】前記非水系電解液を使用した電池は液漏れや電池形状の自由度が小さい等の欠点があり、前記欠点のない固体状電解質を使用した電池が注目されている。固体状電解質は膜状（フィルム状）に加工できるので種々の形状の電池が得られる。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、前記非水系電解液には溶質（イオン伝導媒体）として六フッ化リン酸リチウム（ LiPF_6 ）、過塩素酸リチウム（ LiClO_4 ）、四フッ化ほう酸リチウム（ LiBF_4 ）等が

用いられている。中でも LiPF_6 は充放電サイクルにおける放電容量維持率が高いため多用されている。しかし、前記 LiPF_6 は高価であり、また LiPF_6 は熱分解し易い上、微量の水分とも反応するため、製造過程（合成、成膜、電池製造等）で加熱され或いは微量ながら水分が混入する可能性の高い固体状電解質を使用したリチウムイオン二次電池には適用が難しいという問題がある。

【0006】このようなことから、本発明者等は LiPF_6 に代わる、安価で、かつ固体状電解質を使用したリチウムイオン二次電池にも適用できる溶質について種々探索し、 LiClO_4 と LiBF_4 の混合塩は上記要件を満足し、かつ電池特性（放電容量維持率等）も高度に保持し得ることを知見し、さらに研究を進めて本発明を完成させるに至った。本発明は、安価であり、かつ製造過程で加熱されても、或いは仮に微量の水分が混入しても良好な電池特性が得られるリチウムイオン二次電池の提供を目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、負極にリチウムイオンの吸蔵放出が可能な炭素材料が含まれ、非水系電解液または固体状電解質が使用されるリチウムイオン二次電池において、前記非水系電解液または固体状電解質に、過塩素酸リチウムと四フッ化ほう酸リチウムの混合塩（但し、前記過塩素酸リチウムのモル分率が0.98～0.70）が含まれていることを特徴とするリチウムイオン二次電池である。

【0008】請求項2記載の発明は、固体状電解質が、ポリアクリロニトリル系ゲル状電解質であることを特徴とする請求項1記載のリチウムイオン二次電池である。

【0009】請求項3記載の発明は、前記混合塩における過塩素酸リチウムのモル分率が0.95～0.80であることを特徴とする請求項1または2記載のリチウムイオン二次電池である。

【0010】

【発明の実施の形態】本発明において、前記非水系電解液は有機溶剤に溶質として LiClO_4 と LiBF_4 の混合塩を溶解したもので、前記有機溶剤にはエチレンカーボネート、プロピレンカーボネート、γ-ブチロラクトン、スルホラン、ジエチルカーボネート、ジメチルカーボネート、ジメトキシエタン、ジエトキシエタン、2-メチルテトラヒドロフラン、各種グライム類等を単独もしくは2種類以上混合して用いられる。

【0011】本発明の非水系電解液を使用したリチウムイオン二次電池では、電極（正極、負極）は、前記非水系電解液に少量の結着剤を溶解し、これに活物質および導電助剤を分散させてペースト状の電極合剤とし、この電極合剤を電極芯材の両面または片面に塗布し、その後、前記有機溶剤を乾燥除去して製造される。前述のように、有機溶剤を乾燥除去すると、有機溶剤が抜け出た

あとが空隙となり、電極合剤の充填率が低下し、電極合剤中の粒子同士の接触が弱まり、十分な電気（電子）伝導性が得られなくなる。そのため有機溶剤を乾燥除去したのち、電極をロールプレス機等で圧縮成形して電極合剤の充填率を高めるのが望ましい。

【0012】前記活物質はリチウムイオンの吸蔵放出が可能な物質である。本発明において、正極の活物質には、 LiMn_2O_4 等のスピネル構造化合物、 LiMO_2 で表される $\alpha\text{-NaFeO}_2$ 構造のリチウム含有遷移金属複合酸化物等が用いられる。ここでMはCo、Ni、Al、Mn、Ti、Fe等から選ばれる単独または2種類以上の金属元素である。その他、 MnO_2 や V_2O_5 等の金属酸化物、 TiS_2 や ZnS_2 等の金属硫化物、電気化学的酸化還元活性を有するポリアニリンやポリピロール等の π 共役系高分子、電気化学的に分子内に硫黄-硫黄結合の形成-開裂反応を起こすジスルフィド化合物等も用いられる。

【0013】負極の活物質にはリチウムイオンの吸蔵放出が可能な炭素材料が用いられる。前記炭素材料には、天然に産出する黒鉛、有機原料を2000℃以上の高温で焼成してグラファイト構造を発達させた平坦な電位特性を有する黒鉛系炭素材料、有機原料を1000℃以下の比較的低温で焼成した黒鉛系材料より大きな充放電容量が期待できるコークス系炭素材料等が用いられる。

【0014】前記導電助剤は、電極の電子伝導性を向上させるために添加するもので、粉末や繊維状の金属（銅、銀、アルミ等）、炭素（黒鉛、カーボンブラック、アセチレンブラック、ケッチェンブラック等）等である。

【0015】前記結着剤には、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）、エチレン-プロピレン-ジエンターポリマー（EPゴム）、フッ化ビニリデン-プロピレン共重合体やフッ化ビニリデン-ヘキサフルオロプロピレン共重合体等の各種フッ素ゴム等が用いられる。その他、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）やSBR、NBR等の高分子のラテックスやディスページョンに、ポリメタクリル酸ナトリウムやカルボキシメチルセルロース（CMC）等の水溶性高分子を増粘剤として加えたものも利用できる。

【0016】前記電極芯材（集電体）には、通常、正極用にアルミ箔、負極用に銅箔が用いられる。厚さは数十 μm 程度である。前記セパレーターには、ポリプロピレン製またはポリエチレン製の微孔質膜が使用できる。

【0017】本発明の固体状電解質を使用したリチウムイオン二次電池では、図2に示すように、固体状電解質は膜8状に形成されて正極2と負極4の間に配される。図2において、図1と同じ部位には同じ符号が付してある。前記固体状電解質は高分子化合物に LiClO_4 と LiBF_4 の混合塩を溶解してイオン伝導性を持たせたもの、高分子の分子レベルの網目構造に LiClO_4 と

LiBF_4 の混合塩を含む電解液を保持して流動性を抑えたゲル状電解質等である。しかしながら、室温で使用する場合、室温でのイオン伝導率が 1mS/cm オーダーであることと薄膜化が要求されるので、これらの要求に応えられるものとしては、現在のところ液体成分を含むゲル状電解質の他にない。

【0018】本発明に適用できるゲル状電解質としては以下のような3つの系が存在する。第1の系は、直鎖状の高分子量ポリマーを電解液中で可塑化した系である。例えば、ポリマーを電解液中に高温で溶解し、成膜した後、室温に戻してゲル化したもの、ポリマーを溶解した電解液を低沸点溶剤で希釈して流動性を持たせて成膜した後、低沸点溶剤を揮散させたもの等である。この系のものは、ポリマーに化学的な架橋構造はないものの、極端に高粘性であるか、電解液と高分子成分との部分的相分離による物理的架橋により流動性が低くなっているため、実質的に固体として扱える。前記ポリマーとしては、ポリアクリロニトリルやアクリロニトリルを70mol%以上含有する各種共重合体、ポリエチレンオキシド、エチレングリコール-プロピレングリコール共重合体、ポリメタクリル酸メチル、ポリフッ化ビニリデン等の比較的分子量の大きいポリマーが挙げられる。

【0019】第2の系は、ビニルポリマーを重合した系である。この系は、ビニルモノマーを電解液中に溶解しておき、加熱したり、ラジカル開始剤を用いてビニルモノマーを重合させることにより、電解液を保持したまま、固化させた系である。具体的には、ポリエチレングリコールエチルエーテルメタクリレートやポリエチレングリコールジメタクリレート等のマクロモノマーを過酸化ジベンゾイル等のラジカル開始剤で重合させたものである。

【0020】第3の系は、電解液との親和性の高いポリマーで作製したフィルムに電解液を膨潤させた系である。具体的には、ポリフッ化ビニリデン系共重合体、アクリロニトリル-ブタジエンゴム等である。この系では、強度の増強または膨潤後の体積変化を考慮して、ポリマー膜を予め多孔質化または架橋させておくとい良い。

【0021】前記ゲル状電解質のうち、ポリアクリロニトリル系のゲル状電解質は膜状に容易に成形できて特に望ましい。

【0022】本発明において、 LiClO_4 と LiBF_4 の混合塩における LiClO_4 のモル分率を0.98～0.70に規定する理由は、前記モル分率が0.98より大きくても、また0.70より小さくても充放電サイクルにおける放電容量維持率の低下が大きくなるためである。特に望ましい LiClO_4 のモル分率は0.95～0.80である。

【0023】本発明において、非水系電解液の溶質に LiClO_4 と LiBF_4 の混合塩を用いる理由は、前記混合塩は従来の LiPF_6 に較べて安価なためである。

また、固体状電解質の溶質に LiClO_4 と LiBF_4 の混合塩を用いる理由は、前記混合塩は、熱や水分に対して安定で、電池に製造される過程で加熱されても、或いは仮に微量の水分が混入しても変質しないためである。また安価なためでもある。

【0024】

【実施例】以下に本発明を実施例に基づいて詳細に説明する。また本発明の効果をより明確にするために比較例も合わせて示す。

(実施例1) 下記方法により正極、負極、および非水系電解液を作製し、これらを用いてボタン型リチウムイオン二次電池を製造した。正極は、活物質として LiCoO_2 (日興ファインプロダクツ社製) 90gと、導電剤として黒鉛粉末 (ロンザ社製、SFG-7) 7gと、結着剤としてPVDF 3gとを、1-メチル-2-ピロリドン42gに添加して混練してペースト状の電極合剤とし、この電極合剤を厚さ30 μm のアルミ箔の片面に、乾燥後の重量が約20mg/cm²になるように塗布し、これを100℃で加熱乾燥して1-メチル-2-ピロリドンを散逸させ、次いでロールプレス機で圧縮成型して LiCoO_2 正極を作製した。

【0025】負極は、活物質として黒鉛系炭素活物質 (ベトカ社製、商品名BL924) 94gと、結着剤としてPVDF 6gとを、1-メチル-2-ピロリドン70gに添加して混練してペースト状の電極合剤とし、この電極合剤を厚さ20 μm の銅箔の片面に、乾燥後の重量が約10mg/cm²になるように塗布し、次いでこれを100℃で加熱乾燥して1-メチル-2-ピロリドンを散逸させ、次いでロールプレス機で圧縮成型して炭素負極を作製した。

【0026】非水系電解液は、1mol/dm³の LiClO_4 を含む体積比1:1のエチレンカーボネートとジメチルカーボネートの混合溶液と、1mol/dm³の LiBF_4 を含む体積比1:1のエチレンカーボネートとジメチルカーボネートの混合溶液とを、 LiClO_4 と LiBF_4 のモル分率が0.98:0.02~0.70:0.30になるように混ぜ合わせて作製した。前

記電解液は露点-60℃以下のアルゴン置換グローブボックス内で作製した。

【0027】前記 LiCoO_2 正極、炭素負極、非水系電解液を用いて、CR2016型のボタン型リチウムイオン二次電池 (外寸直径20mm、厚さ1.6mm) を製造した (図1参照)。即ち、電池缶1内の中央部分に、直径15.5mmの円板状に切抜いた LiCoO_2 正極2、セパレーター3、直径16mmに切抜いた炭素負極4、厚さ調整用ステンレス板5をこの順に重ね、その上に上蓋6を配し、前記電池缶1内に前記非水系電解液を注入し、電池缶1と上蓋6の隙間にポリマー製の絶縁封ロガスケット7を配して製造した。セパレーター3には微孔性ポリプロピレン製セパレーター (ヘキスト社製; セルガード#2400) を用いた。上記のボタン型電池は露点-60℃以下のアルゴン置換グローブボックス内で製造した。

【0028】(比較例1) 混合塩における LiClO_4 のモル分率を本発明規定値外 (0.99、0.60、0.50) とした他は、実施例1と同じ方法によりボタン型リチウムイオン二次電池を製造した。

【0029】(比較例2) 電解液として LiClO_4 、 LiBF_4 、 LiPF_6 をそれぞれ単独で用いた他は、実施例1と同じ方法によりボタン型リチウムイオン二次電池を製造した。

【0030】実施例1、比較例1、2で製造した各々のボタン型リチウムイオン二次電池について、充放電サイクル試験を行い、放電容量維持率を調べた。充放電サイクル試験は、25℃の恒温槽内で、上限電圧4.1V、最大電流1.5mAで4時間充電し、15分間休止後、1.5mAの一定電流で電池電圧が2.7Vに達するまで放電する工程を1サイクルとして行った。表1に溶質のモル分率を、図3に充放電サイクル試験結果をそれぞれ示す。図3の縦軸は5サイクル目の放電容量を100%とした時の放電容量維持率である。

【0031】

【表1】

区分	番号	溶質のモル分率			区分	番号	溶質のモル分率		
		LiClO ₄	LiBF ₄	LiPF ₆			LiClO ₄	LiBF ₄	LiPF ₆
本 発 明 例	A1	0.98	0.02	---	比 較 例	B1	0.99	0.01	---
	A2	0.95	0.05	---		B2	0.60	0.40	---
	A3	0.90	0.10	---		B3	0.50	0.50	---
	A4	0.85	0.15	---		B4	1.00	---	---
	A5	0.80	0.20	---		B5	---	1.00	---
	A6	0.70	0.30	---		B6	---	---	1.00

(註) B4～B6は従来の溶質。

【0032】図3より明らかなように、本発明例の電池A3は、サイクル数に伴って放電容量維持率が漸次減少したが、300サイクル目も放電容量維持率が85%と、LiPF₆を用いた従来の電池B6に近い値を示し実用性に優れるものであった。これに対し、比較例のLiClO₄を用いた電池B4は300サイクル目の放電容量維持率が69%に低下し、LiBF₄を用いた電池B5は200サイクルを過ぎたあたりから放電容量維持率が急激に低下し、300サイクル目では54%に低下した。

【0033】図4に、表1に示したA1～A6、B1～B5の電池の300サイクル目の放電容量維持率を示した。図4より明らかなように、本発明例のA1～A6の電池は前記放電容量維持率が77%以上で、いずれも実用性に優れるものであった。特にLiClO₄のモル分率が0.95～0.80の混合塩を用いたA2～A5は前記放電容量維持率が81%以上と高かった。これに対し、混合塩のモル分率が本発明規定値外のもの(B1、B2、B3)、LiClO₄またはLiBF₄を単独で

用いたもの(B4、B5)は、いずれも放電容量維持率が70%以下と低くいずれも実用性に欠けるものであった。

【0034】(実施例2) ポリアクリロニトリル系ゲル状電解質を下記方法により作製した。即ち、露点が-60℃以下のグローブボックス内で、60℃で48時間真空乾燥したポリアクリロニトリル粉末7.5gと、エチレンカーボネートとプロピレンカーボネートとを重量比で67:33の割合で混合した粉末混合液4.4gをテフロン製容器に入れて密閉し、グローブボックスから取出した。次にテフロン製容器ごと超音波洗浄器に入れて室温で10分間振動を付与して両者を相互になじませた後、熱風乾燥器内で120℃に加熱してポリアクリロニトリル粉末を溶解し、溶解後、直ちにグローブボックス内に戻して、LiClO₄のモル分率が0.90の混合塩6gを添加し、これをテフロン製のへらで良くかき混ぜ、次いでテフロン製容器にフレキシブルヒーターを巻付けて120℃に加熱して混合塩を完全に溶解し、黄色味がかった透明で粘稠な電解質原液を得た。この電解質原液は室温に数時間放置すると白濁して流動性を失った

が、 100°C 以上に加熱すると再び流動性のある透明で粘稠な溶液に戻った。この電解質原液を、前記グローブボックス内で 120°C に加熱して平滑なテフロン板上にキャストし、室温に24時間以上放置して固化させて厚さ約 $300\mu\text{m}$ のポリアクリロニトリル系ゲル状電解質膜を作製した。この電解質膜は自立性を有し、打抜きや切り取りも十分可能であった。

【0035】(比較例3) 前記混合塩に代えて、 LiClO_4 、 LiBF_4 、 LiPF_6 をそれぞれ単独で用いた他は、実施例2と同じ方法によりポリアクリロニトリル系ゲル状電解質膜を作製した。前記 LiClO_4 または LiBF_4 を含む電解質膜は自立性を有し、打抜きや切り取りも十分可能であった。一方、 LiPF_6 を含む電解質膜は、 LiPF_6 を添加した後の加熱時に茶褐色に変色(電解質原液が分解)してしまい電解質膜を作製できなかった。

【0036】実施例2および比較例3で作製した各々のポリアクリロニトリル系ゲル状電解質膜を直径 16mm の円板状に切抜き、これを直径 15mm の2枚のステンレス製電極で挟み、ソーラトロン社製SI-1260電気化学測定装置を用いて複素インピーダンス法により抵抗値を測定し、 20kHz での抵抗値の実数部をイオン

伝導に基づく抵抗値とし、この抵抗値からイオン伝導率を算出した。本発明例の混合塩を含むポリアクリロニトリル系ゲル状電解質膜のイオン伝導率は 2.8mS/cm 、比較例の LiClO_4 を単独で含むものは 3.0mS/cm 、 LiBF_4 を単独で含むものは 2.8mS/cm であり、いずれも要求値(1mS/cm オーダー)を超えた。

【0037】次に、実施例2および比較例3で作製した各々のポリアクリロニトリル系ゲル状電解質膜を、実施例1で用いたのと同じ正極と負極で挟んでCR2016型(外側直径 20mm 、厚さ 1.6mm)のボタン型リチウムイオン二次電池を製造した。この電池では、最後に 60°C で24時間加熱して電極と電解質膜とをなじませた。前記ゲル状電解質膜は、図1のセパレータの位置に配した。得られた各々のボタン型リチウムイオン二次電池について、実施例1と同じ方法により充放電サイクル試験を行い、放電容量維持率を調べた。表2に溶質のモル分率を、図5に充放電サイクル試験結果をそれぞれ示す。図5の縦軸は5サイクル目の放電容量を 100% とした時の放電容量維持率である。

【0038】

【表2】

区分	番号	溶質のモル分率		
		LiClO_4	LiBF_4	LiPF_6
本発明例	C1	0.90	0.10	---
比較例	D1	1.00	---	---
	D2	---	1.00	---

【0039】図5より明らかなように、本発明例の電池C1は、サイクル数の増加に伴って放電容量維持率が漸次減少したが、300サイクル目の放電容量維持率が 85% で実用性に優れるものであった。これに対し LiClO_4 を単独で用いた比較例の電池D1は300サイクル目の放電容量維持率が 68% と低く、 LiBF_4 を単独で用いた比較例の電池D2は放電容量維持率が150サイクルあたりから急激に低下して300サイクル目の放電容量維持率は 50% に低下した。

【0040】前記実施例2では、固体状電解質にポリアクリロニトリル系ゲル状電解質を用いた場合について説明したが、本発明は、他の固体状電解質を用いた場合に

も同様の効果が得られるものである。

【0041】

【発明の効果】以上に述べたように、本発明のリチウムイオン二次電池は、非水系電解液または固体状電解質に LiClO_4 と LiBF_4 の混合塩(但し、 LiClO_4 のモル分率が $0.98\sim 0.70$)が含まれており、実用性に優れる電池特性(放電容量維持率等)が保持される。前記混合塩は従来の LiPF_6 に較べて安価なため電池コストが低減される。また前記混合塩は熱や水分に対し安定なため、電池に製造される過程で加熱され或いは微量ながら水分が混入する可能性の高い固体状電解質を使用した電池にも適用できる。依って、工業上顕著

な効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】非水系電解液を使用したリチウムイオン二次電池の縦断面説明図である。

【図2】本発明の固体状電解質を使用したリチウムイオン二次電池の実施形態を示す縦断面説明図である。

【図3】本発明の非水系電解液を使用したリチウムイオン二次電池の充放電サイクル数と放電容量維持率との関係を示す図である。

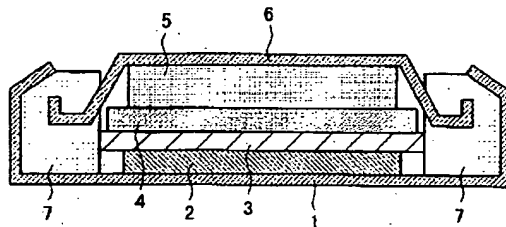
【図4】本発明の非水系電解液を使用したリチウムイオン二次電池における混合塩のモル分率と放電容量維持率との関係を示す図である。

【図5】本発明の固体状電解質を使用したリチウムイオン二次電池の充放電サイクル数と放電容量維持率との関係を示す図である。

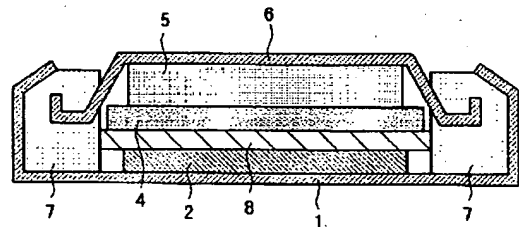
【符号の説明】

- 1 電池缶
- 2 正極
- 3 セパレーター
- 4 負極
- 5 厚さ調整用ステンレス板
- 6 上蓋
- 7 絶縁封口ガasket
- 8 固体状電解質膜

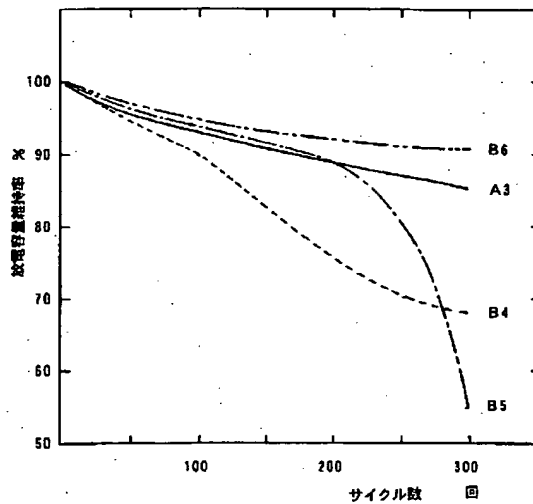
【図1】



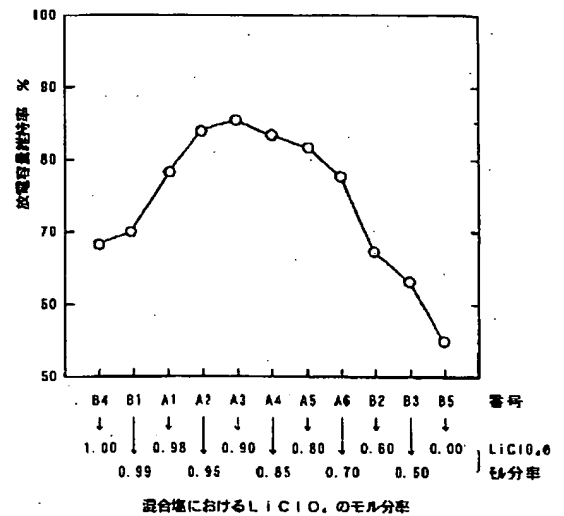
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

